

JP-A-50-105286 (published on August 19, 1975)

JP-A-50-105286 discloses a light emitting diode comprising a semiconductor wafer having a PN structure, and a groove or a hole formed on the wafer, wherein a bottom portion of the groove or the hole is formed deeper than a PN junction portion, and a distance d of the groove or the hole is set at

$$d \leq \frac{2}{\alpha}$$

,where  $\alpha$  is optical-absorption coefficient of the light emitting semiconductor wafer.



特 許 願 (1)

(2000円)

昭和 49 年 1 月 24 日

特許庁長官

殿

1. 発明の名称

発光ダイオード

2. 発明者

住 所 大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

氏名 佐 伯 善 平

3. 特許出願人

住 所 大阪市阿倍野区長池町22番22号

名称 (504) シャープ株式会社

代表者 佐 伯 善 平

4. 代 理 人

住 所 大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

電話大阪 (621) 1221

氏名 弁護士 (6236) 福 士 愛

連絡先 電話 (東京) 293-6111 東京事務所法務部

6. 添附書類の目録

- (1) 明 細 書 1 通
- (2) 図 面 1 通
- (3) 委 任 状 1 通

49-010686

明 細 書

1. 発明の名称

発光ダイオード

2. 特許請求の範囲

P-N構造の発光半導体ウエハーに、ウエハー表面からP-N接合部まで達する溝または穴を設け、この溝または穴の間隔dを、 $d \leq \frac{2}{\alpha}$  ( $\alpha$ : 発光半導体ウエハーの光の吸収係数) とする事に依って発光効率を向上させた事の特徴とする発光ダイオード。

3. 発明の詳細な説明

この発明は発光効率を改善し出力の向上をはかった発光ダイオードに関する。

GaAs, GaAlAs, GaP等の半導体発光ダイオードの開発に伴って、この素子は光通信、光検取装置等の分野に使用されるようになり特に発光出力の大きいものが要求されるようになっている。

この発明はかかる点に関して為されたもので、発光出力の高い発光ダイオードを得る事を目的

①9 日本国特許庁

## 公開特許公報

①特開昭 50-105286

④3公開日 昭50.(1975) 8.19

②1特願昭 49-10686

②2出願日 昭49.(1974) 1.24

審査請求 未請求 (全3頁)

庁内整理番号

7377 57

⑤2日本分類

990J4

⑤1 Int. Cl?

H01L 33/00

としている。

今発光ダイオードにおいて大きな発光出力を得るには、①発光効率をあげ、②駆動電流をより多く流せばよい。しかし発光ダイオードに電流を流すと光出力は初め電流値に比例して増加するが、ある値以上に電流を増やすと飽和してくる。これは素子の温度上昇、発光センターの飽和等の理由に基づいている。この光出力の飽和の原因を取り除き高い発光出力を付るには、発光ダイオード素子の面積を大きくする必要がある。

しかしながら現任では素子の面積を増加させても光出力がこれに比例して増大することなく、発光効率の面からはむしろ減少する方向にあることが確められている。例えば面積が0.5mm×0.5mmのGaAs発光ダイオードを1mm×1mmの大きさにすると、光出力が飽和する電流値は4倍に大きくなるが発光効率は約1/2に落ち、光出力としては2倍になるのみである。この理由は以下の如くである。即ち、第1図に

示すように素子1の内部のPN接合部2の近傍で発生した光は全方向に広がっていくが、この時素子1に依る吸収を受けて光の強度Iは次式の関係で低下する。

$$I = I_0 \exp(-\alpha x)$$

ここでxは発光点からの距離、 $\alpha$ は吸収係数、

$I_0$ はx=0での光強度を示す。

この関係式より明かな様に発光点からの距離xが大きくなると、光の強度Iは減少する方向に向う。

従って素子の厚さを一定にして面積を大きくした場合、電流が一定であれば素子1の上方向より出る光の効率は素子の面積に関係なく一定であるが、横方向へ進む光は素子1の面積の増大に伴って通過する距離が大きくなるため大部分が吸収され、外部発光効率はきわめて悪くなる。即ち、面積小の素子に比べ面積大の素子の発光効率の低下は、横方向に進む光の素子1に依る吸収が原因であると考えられる。

従って本発明では、この横方向に進む光を有効

(3)

かつ $2/\alpha$  ( $\alpha$ はウエハー11の光の吸収係数)より小さい値とする。即ち幅dには $W \leq d \leq \frac{2}{\alpha}$ の関係がある。

この様な構成とする事に依って、PN接合部12から発生し素子の横方向へ進んだ光は、溝(または穴)13、13・・・の存在に依って有効に導出され、この発光ダイオードの発光効率を向上させる。

尚、上記幅dの最大値を $\frac{2}{\alpha}$ としたのは以下の如き理由に依る。

上記第2図に於いて島14の中心附近で発光した光の横方向へ進光する成分 $I_1$ は、島14の端部に於いて

$$I_1 = I_0 \exp(-\alpha \cdot \frac{d}{2})$$

で示され、今dに $\frac{2}{\alpha}$ を代入すると

$$I_1 = I_0 \exp(-\alpha \cdot \frac{1}{\alpha})$$

$$= \frac{I_0}{e} \quad (e \approx 2.718 \dots)$$

となり、この値は発光強度減少の許容減大幅界である。GaAs発光ダイオードに於いては $\alpha =$

に外部に導出し発光効率の低下を防ぐために、発光ダイオード構造の半導体ウエハーをメサエッチして素子表面よりPN接合部まで達する穴または溝を設け、横方向の光が効率よく外部へ導出されるように構成している。

第2図はこの発明の一実施例発光ダイオードの断面図、第3、第4、第5図は各実施例素子の平面図である。図面に於いて11はGaAs、GaAlAs等の発光材料から成るPN構造の半導体ウエハーであり、PN接合部12を有している。

この発明の発光ダイオードでは、上記半導体ウエハー11に素子表面からPN接合部12まで達する溝あるいは穴13、13・・・が、メサエッチング等によって設けられている。この溝または穴13、13・・・は例えば第3、第4、第5図に示す如き配置でウエハー11上に設けられており、各素子の島(あるいは凸部)14、14・・・の幅d(溝から次の溝までの距離)は、この島14上から電極が取り出せる最小の幅W(実際には0.1~0.2mm)より大きく、

$1.5 \alpha^{-1}$ であるので

$$d \leq \frac{2}{1.5 \alpha} \approx 1.333 \text{ mm}$$

の値が得られる。

この各式より明かな様に、幅dはなるべく小さい方がよいが電極が取り出し得る最小の幅Wよりも大きいものである事は勿論である。

尚、1mm×1mm(厚さは0.2mm)の面積をもったGaAs発光ダイオードをd=0.4mmである4コの島に分離したこの発明の素子に於いて、発光効率を測定したところ、0.5mm×0.5mmの面積をもった単一のGaAs発光ダイオードの発光効率と同じ値にもどることが実験に依り確かめられている。

以上実施例をあげて説明した様に、この発明の発光ダイオードでは、広面積の発光半導体ウエハーにPN接合部まで達する溝または穴を設ける事に依って外部発光効率が大幅に改善され、その発光出力は極めて大きくなる。従って大きい発光出力を要する各種装置に適用してその効果が大きい。

(5)

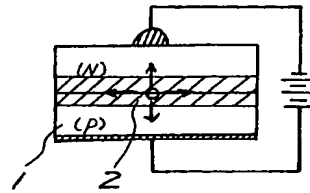
(6)

4. 図面の簡単な説明

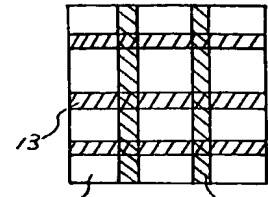
第1図は従来例素子に於ける発光効率低下の理由説明に供する図、第2図はこの発明の素子の断面図、第3、第4、第5図はこの発明の素子の平面図である。

11は発光半導体ウェハ、12はPN接合部、13は溝または穴、dは溝または穴13の間隔を示す。

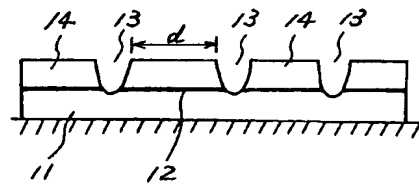
代理人 弁理士 福 士 愛



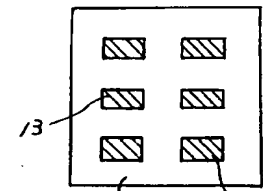
第1図



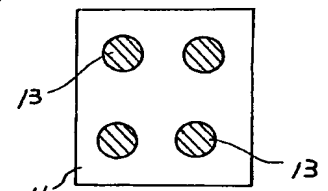
第3図



第2図



第4図



第5図